

P28448.P03

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Satoshi TAKAHASHI

Mail Stop PCT

Appl. No. : Not Yet Assigned (National Phase of PCT/JP2004/003485)

I.A. Filed : March 16, 2004

For : WAVE DETECTION DEVICE, METHOD, PROGRAM, AND RECORDING MEDIUM


CLAIM OF PRIORITY

Commissioner for Patents
U.S. Patent and Trademark Office
Customer Service Window, Mail Stop PCT
Randolph Building
401 Dulany Street
Alexandria, VA 22314

Sir:

Applicant hereby claims the right of priority granted pursuant to 35 U.S.C. 119 and 365 based upon Japanese Application No. 2003-076466, filed March 19, 2003. The International Bureau already should have sent a certified copy of the Japanese application to the United States designated office. If the certified copy has not arrived, please contact the undersigned.

Respectfully submitted,
Satoshi TAKAHASHI


Bruce H. Bernstein Leslie J. Paperner
Reg. No. 29,027 Reg. No. 33,329

September 16, 2005
GREENBLUM & BERNSTEIN, P.L.C.
1950 Roland Clarke Place
Reston, VA 20191
(703) 716-1191

PCT/JP 2004/003485

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

16.3.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年 3月19日

出 願 番 号
Application Number: 特願2003-076466

[ST. 10/C]: [J.P. 2003-076466]

出 願 人
Applicant(s): 株式会社アドバンテスト

REC'D 29 APR 2004

WIPO

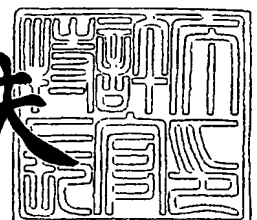
PCT

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 4月15日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2004-3031687

【書類名】 特許願

【整理番号】 10909

【提出日】 平成15年 3月19日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H04L 27/22

【発明の名称】 検波装置、方法、プログラム、記録媒体

【請求項の数】 9

【発明者】

【住所又は居所】 東京都練馬区旭町 1 丁目 3 2 番 1 号 株式会社アドバンテスト内

【氏名】 高橋 聡一

【特許出願人】

【識別番号】 390005175

【氏名又は名称】 株式会社アドバンテスト

【代理人】

【識別番号】 100097490

【弁理士】

【氏名又は名称】 細田 益稔

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 082578

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0018593

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 検波装置、方法、プログラム、記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入力信号をサンプリングしてデジタル入力信号を生成するデジタル入力信号生成手段と、

前記デジタル入力信号と所定の信号とを加算した第一信号を出力する第一信号出力手段と、

前記デジタル入力信号生成手段におけるサンプリングタイミングの一周期分の時間である 1 タイミングだけ前記第一信号を遅延させた第二信号を出力する第二信号出力手段と、

前記第二信号に所定係数を乗じたものから、前記第二信号を前記 1 タイミングだけ遅延させたものを減じたフィードバック信号を出力するフィードバック信号出力手段と、

1 タイミングの所定整数倍ごとに、前記第一信号および前記第二信号を取得して、前記入力信号を周波数領域のデータに変換したものを求める周波数領域変換手段と、

を備え、

前記所定の信号は、前記フィードバック信号である、
検波装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の検波装置であって、

前記入力信号は、被測定物の過渡応答および前記過渡応答に引き続いて生ずる定常応答が繰り返しているものであり、

前記第一信号出力手段は、前記周波数領域変換手段が前記第一信号を取得した後は、前記過渡応答が再度生じてから終わるまで前記第一信号の出力を行わない、

検波装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の検波装置であって、
前記フィードバック信号出力手段は、
前記周波数領域変換手段が前記第一信号を取得した後から、前記過渡応答が再度生じてから終えるまでの間に、
前記所定係数の設定を行う、
検波装置。

【請求項 4】

請求項 2 に記載の検波装置であって、
前記周波数領域変換手段は、
前記周波数領域変換手段が前記第一信号を取得した後から、前記過渡応答が再度生じてから終えるまでの間に、
前記所定整数の設定を行う、
検波装置。

【請求項 5】

入力信号をサンプリングしてデジタル入力信号を生成するデジタル入力信号生成工程と、
前記デジタル入力信号と所定の信号とを加算した第一信号を出力する第一信号出力工程と、
前記デジタル入力信号生成工程におけるサンプリングタイミングの一周期分の時間である 1 タイミングだけ前記第一信号を遅延させた第二信号を出力する第二信号出力工程と、
前記第二信号に所定係数を乗じたものから、前記第二信号を前記 1 タイミングだけ遅延させたものを減じたフィードバック信号を出力するフィードバック信号出力工程と、
1 タイミングの所定整数倍ごとに、前記第一信号および前記第二信号を取得して、前記入力信号を周波数領域のデータに変換したものを求める周波数領域変換工程と、
を備え、
前記所定の信号は、前記フィードバック信号である、

検波方法。

【請求項 6】

入力信号をサンプリングしてデジタル入力信号を生成するデジタル入力信号生成手段を有する検波装置における検波処理をコンピュータに実行させるためのプログラムであって、

前記デジタル入力信号と所定の信号とを加算した第一信号を出力する第一信号出力処理と、

前記デジタル入力信号生成手段におけるサンプリングタイミングの一周期分の時間である 1 タイミングだけ前記第一信号を遅延させた第二信号を出力する第二信号出力処理と、

前記第二信号に所定係数を乗じたものから、前記第二信号を前記 1 タイミングだけ遅延させたものを減じたフィードバック信号を出力するフィードバック信号出力処理と、

1 タイミングの所定整数倍ごとに、前記第一信号および前記第二信号を取得して、前記入力信号を周波数領域のデータに変換したものを求める周波数領域変換処理と、

をコンピュータに実行させるためのプログラムであり、

前記所定の信号は、前記フィードバック信号である、

プログラム。

【請求項 7】

入力信号をサンプリングしてデジタル入力信号を生成するデジタル入力信号生成手段を有する検波装置における検波処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体であって、

前記デジタル入力信号と所定の信号とを加算した第一信号を出力する第一信号出力処理と、

前記デジタル入力信号生成手段におけるサンプリングタイミングの一周期分の時間である 1 タイミングだけ前記第一信号を遅延させた第二信号を出力する第二信号出力処理と、

前記第二信号に所定係数を乗じたものから、前記第二信号を前記 1 タイミング

だけ遅延させたものを減じたフィードバック信号を出力するフィードバック信号出力処理と、

1 タイミングの所定整数倍ごとに、前記第一信号および前記第二信号を取得して、前記入力信号を周波数領域のデータに変換したものを求める周波数領域変換処理と、

をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体であり、

前記所定の信号は、前記フィードバック信号である、
記録媒体。

【請求項 8】

入力信号をサンプリングしてデジタル入力信号を生成するデジタル入力信号生成手段と、前記デジタル入力信号と所定の信号とを加算した第一信号を出力する第一信号出力手段と、前記デジタル入力信号生成手段におけるサンプリングタイミングの一周期分の時間である 1 タイミングだけ前記第一信号を遅延させた第二信号を出力する第二信号出力手段と、前記第二信号に所定係数を乗じたものから、前記第二信号を前記 1 タイミングだけ遅延させたものを減じたフィードバック信号を出力するフィードバック信号出力手段とを有する検波装置における検波処理をコンピュータに実行させるためのプログラムであって、

1 タイミングの所定整数倍ごとに、前記第一信号および前記第二信号を取得して、前記入力信号を周波数領域のデータに変換したものを求める周波数領域変換処理をコンピュータに実行させるためのプログラムであり、

前記所定の信号は、前記フィードバック信号である、
プログラム。

【請求項 9】

入力信号をサンプリングしてデジタル入力信号を生成するデジタル入力信号生成手段と、前記デジタル入力信号と所定の信号とを加算した第一信号を出力する第一信号出力手段と、前記デジタル入力信号生成手段におけるサンプリングタイミングの一周期分の時間である 1 タイミングだけ前記第一信号を遅延させた第二信号を出力する第二信号出力手段と、前記第二信号に所定係数を乗じたものから

、前記第二信号を前記1タイミングだけ遅延させたものを減じたフィードバック信号を出力するフィードバック信号出力手段とを有する検波装置における検波処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体であって、

1タイミングの所定整数倍ごとに、前記第一信号および前記第二信号を取得して、前記入力信号を周波数領域のデータに変換したものを求める周波数領域変換処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体であり、

前記所定の信号は、前記フィードバック信号である、
記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は受信信号の復調に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、受信信号を直交検波することが広く行われている。従来の直交検波器については、例えば、特許文献1に記載がある。図5は、従来技術の直交検波器を示す図である。

【0003】

被測定信号源141の出力する被測定信号は、乗算器147、148に与えられる。基準信号源142の出力する基準信号は、乗算器147に与えられ、しかも90度位相シフタ145を介して乗算器148に与えられる。乗算器147および148は、それぞれ与えられた信号を乗算して、低域通過フィルタ151、152に出力する。低域通過フィルタ151、152を通過した信号がそれぞれI、Q信号といわれる。

【0004】

上記のような直交検波により得られたI、Q信号は、CPU (Central Processing Unit) により処理され、被測定信号の振幅および位相が求められる。また

、被測定信号源 141 の出力する被測定信号を A/D 変換しておくこともある。

【0005】

【特許文献 1】

特開平 10-23092 号公報 (図 2)

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記のような直交検波器をハードウェアで実現すること等によって処理の高速化を図ることは困難である。例えば、基準信号源 142 に NCO (Numerical Controlled Oscillator) を使用したとすれば、基準信号源 142 は大きなサインテーブルを持たねばならない。また、低域通過フィルタ 151、152 を論理回路で実装した場合は、演算量が多くなる。さらに、I、Q 信号を CPU が受けとって処理する場合、CPU の処理速度にまで I、Q 信号の生成速度を落とすためのデシメーションが必要となる。デシメーションを行うと、デシメートによる信号の折り返しが生ずる。そこで、信号の折り返しを防ぐデシメーションフィルタが必要となる。

【0006】

そこで、本発明は、受信信号の検波を高速に行うことを課題とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 に記載の発明は、入力信号をサンプリングしてデジタル入力信号を生成するデジタル入力信号生成手段と、デジタル入力信号と所定の信号とを加算した第一信号を出力する第一信号出力手段と、デジタル入力信号生成手段におけるサンプリングタイミングの一周期分の時間である 1 タイミングだけ第一信号を遅延させた第二信号を出力する第二信号出力手段と、第二信号に所定係数を乗じたものから、第二信号を 1 タイミングだけ遅延させたものを減じたフィードバック信号を出力するフィードバック信号出力手段と、1 タイミングの所定整数倍ごとに、第一信号および第二信号を取得して、入力信号を周波数領域のデータに変換したものを求める周波数領域変換手段とを備え、所定の信号は、フィードバック信号であるように構成される。

【0008】

上記のように構成された測定量表示装置によれば、デジタル入力信号生成手段は、入力信号をサンプリングしてデジタル入力信号を生成する。第一信号出力手段は、デジタル入力信号と所定の信号とを加算した第一信号を出力する。第二信号出力手段は、デジタル入力信号生成手段におけるサンプリングタイミングの一周期分の時間である 1 タイミングだけ第一信号を遅延させた第二信号を出力する。フィードバック信号出力手段は、第二信号に所定係数を乗じたものから、第二信号を 1 タイミングだけ遅延させたものを減じたフィードバック信号を出力する。周波数領域変換手段は、1 タイミングの所定整数倍ごとに、第一信号および第二信号を取得して、入力信号を周波数領域のデータに変換したものを求める。ただし、所定の信号はフィードバック信号である。

【0009】

請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載の発明であって、入力信号は、被測定物の過渡応答および過渡応答に引き続いて生ずる定常応答が繰り返しているものであり、第一信号出力手段は、周波数領域変換手段が第一信号を取得した後は、過渡応答が再度生じてから終えるまで第一信号の出力を行わないように構成される。

【0010】

請求項 3 に記載の発明は、請求項 2 に記載の発明であって、フィードバック信号出力手段は、周波数領域変換手段が第一信号を取得した後から、過渡応答が再度生じてから終えるまでの間に、所定係数の設定を行うように構成される。

【0011】

請求項 4 に記載の発明は、請求項 2 に記載の発明であって、周波数領域変換手段は、周波数領域変換手段が第一信号を取得した後から、過渡応答が再度生じてから終えるまでの間に、所定整数の設定を行うように構成される。

【0012】

請求項 5 に記載の発明は、入力信号をサンプリングしてデジタル入力信号を生成するデジタル入力信号生成工程と、デジタル入力信号と所定の信号とを加算した第一信号を出力する第一信号出力工程と、デジタル入力信号生成工程におけるサンプリングタイミングの一周期分の時間である 1 タイミングだけ第一信号を遅

延させた第二信号を出力する第二信号出力工程と、第二信号に所定係数を乗じたものから、第二信号を1タイミングだけ遅延させたものを減じたフィードバック信号を出力するフィードバック信号出力工程と、1タイミングの所定整数倍ごとに、第一信号および第二信号を取得して、入力信号を周波数領域のデータに変換したものを求める周波数領域変換工程とを備え、所定の信号は、フィードバック信号であるように構成される。

【0013】

請求項6に記載の発明は、入力信号をサンプリングしてデジタル入力信号を生成するデジタル入力信号生成手段を有する検波装置における検波処理をコンピュータに実行させるためのプログラムであって、デジタル入力信号と所定の信号とを加算した第一信号を出力する第一信号出力処理と、デジタル入力信号生成手段におけるサンプリングタイミングの一周期分の時間である1タイミングだけ第一信号を遅延させた第二信号を出力する第二信号出力処理と、第二信号に所定係数を乗じたものから、第二信号を1タイミングだけ遅延させたものを減じたフィードバック信号を出力するフィードバック信号出力処理と、1タイミングの所定整数倍ごとに、第一信号および第二信号を取得して、入力信号を周波数領域のデータに変換したものを求める周波数領域変換処理とをコンピュータに実行させるためのプログラムであり、所定の信号は、フィードバック信号である、プログラムである。

【0014】

請求項7に記載の発明は、入力信号をサンプリングしてデジタル入力信号を生成するデジタル入力信号生成手段を有する検波装置における検波処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体であって、デジタル入力信号と所定の信号とを加算した第一信号を出力する第一信号出力処理と、デジタル入力信号生成手段におけるサンプリングタイミングの一周期分の時間である1タイミングだけ第一信号を遅延させた第二信号を出力する第二信号出力処理と、第二信号に所定係数を乗じたものから、第二信号を1タイミングだけ遅延させたものを減じたフィードバック信号を出力するフィードバック信号出力処理と、1タイミングの所定整数倍ごとに、第一信号

および第二信号を取得して、入力信号を周波数領域のデータに変換したものを求める周波数領域変換処理と、をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体であり、所定の信号は、フィードバック信号である記録媒体である。

【0015】

請求項8に記載の発明は、入力信号をサンプリングしてデジタル入力信号を生成するデジタル入力信号生成手段と、デジタル入力信号と所定の信号とを加算した第一信号を出力する第一信号出力手段と、デジタル入力信号生成手段におけるサンプリングタイミングの一周期分の時間である1タイミングだけ第一信号を遅延させた第二信号を出力する第二信号出力手段と、第二信号に所定係数を乗じたものから、第二信号を1タイミングだけ遅延させたものを減じたフィードバック信号を出力するフィードバック信号出力手段とを有する検波装置における検波処理をコンピュータに実行させるためのプログラムであって、1タイミングの所定整数倍ごとに、第一信号および第二信号を取得して、入力信号を周波数領域のデータに変換したものを求める周波数領域変換処理をコンピュータに実行させるためのプログラムであり、所定の信号は、フィードバック信号である、プログラムである。

【0016】

請求項9に記載の発明は、入力信号をサンプリングしてデジタル入力信号を生成するデジタル入力信号生成手段と、デジタル入力信号と所定の信号とを加算した第一信号を出力する第一信号出力手段と、デジタル入力信号生成手段におけるサンプリングタイミングの一周期分の時間である1タイミングだけ第一信号を遅延させた第二信号を出力する第二信号出力手段と、第二信号に所定係数を乗じたものから、第二信号を1タイミングだけ遅延させたものを減じたフィードバック信号を出力するフィードバック信号出力手段とを有する検波装置における検波処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体であって、1タイミングの所定整数倍ごとに、第一信号および第二信号を取得して、入力信号を周波数領域のデータに変換したものを求める周波数領域変換処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録

したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体であり、所定の信号は、フィードバック信号である、記録媒体である。

【0017】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を図面を参照しながら説明する。

【0018】

図1は、本発明の実施形態にかかる検波装置6を利用したネットワークアナライザ1の構成を示すブロック図である。ネットワークアナライザ1は、被測定物(DUT: Device Under Test) 10の応答特性を測定する。

【0019】

ネットワークアナライザ1は、周波数指定部2、発振器4、検波装置6、周波数領域変換部7、応答特性測定部8、表示装置9を備える。

【0020】

周波数指定部2は、発振器4の発振する信号の周波数を指定する。

【0021】

発振器4は、周波数指定部2から周波数の指定を受け、指定された周波数の信号を被測定物10に向けて出力する。

【0022】

検波装置6は、発振器4から信号を受けた結果として被測定物10が出力した信号を受け、検波を行い、第一信号および第二信号を出力する。なお、第一信号および第二信号については後述する。

【0023】

周波数領域変換部7は、検波装置6から検波結果たる第一信号および第二信号を受け、周波数領域の信号に変換する。

【0024】

応答特性測定部8は、周波数領域変換部7が求めた周波数領域の信号に基づき、被測定物10からの出力の振幅と位相を求める。これらが、被測定物10の応答特性となる。そして、表示装置9に出力する。

【0025】

表示装置 9 は、被測定物 10 からの出力の振幅と位相を応答特性測定部 8 から受けて表示する。

【0026】

なお、周波数指定部 2、周波数領域変換部 7 および応答特性測定部 8 は、それぞれの機能を実現するプログラムをハードディスク、ROMあるいはRAMなどに記録しておき、CPUがかかるプログラムを読み出して実行していくことにより実現することが可能である。ネットワークアナライザ 1 がメディア（フロッピーディスク、CD-ROMなど）読み取り装置を備えていれば、プログラムを記録したメディアをメディア読み取り装置に読み取らせることにより、ハードディスク等にプログラムをインストールすることができる。

【0027】

図 2 は、本発明の実施形態にかかる検波装置 6 の構成を示すブロック図である。検波装置 6 は、A/Dコンバータ 12、クロックジェネレータ 14、第一信号出力器 16、第二信号出力器 18、フィードバック信号出力部 20、第一レジスタ 22、第二レジスタ 24 を備える。

【0028】

A/Dコンバータ 12 は、被測定物 10 から出力された信号を入力信号として受け、デジタル入力信号に変換して出力する。なお、入力信号は、中心周波数が f_{IF} であるものとする。デジタル入力信号の信号列を $x[0], x[1], \dots, x[n], \dots, x[N-1]$ と表す。

【0029】

クロックジェネレータ 14 は、A/Dコンバータ 12 のサンプリングタイミングを発生する。なお、サンプリング周波数は f_s であるものとする。

【0030】

第一信号出力器 16 は、A/Dコンバータ 12 から出力されたデジタル入力信号と、フィードバック信号出力部 20 から出力されたフィードバック信号とを加算して出力する。第一信号出力器 16 の出力を第一信号という。ここで、第一信号を $s[n]$ という。ただし、 $0 \leq n \leq N-1$ であって、 $s[n]$ は $x[n]$ に対応する。

【0031】

第二信号出力器 18 は、第一信号を受け、サンプリングタイミングの一周期分の時間（以下、「1 タイミング」という）だけ遅延させて出力する。第二信号出力器 18 の出力を第二信号という。第二信号は、 $s[n-1]$ と表される。第一信号を 1 タイミング遅らせたので、第一信号 $s[n]$ の n から 1 を減じたものである。

【0032】

フィードバック信号出力部 20 は、定数乗算器 20 a、遅延手段 20 b、符号逆転器 20 c、加算器 20 d を有する。定数乗算器 20 a は、第二信号に所定の係数 K を乗じて出力する。なお、 K は以下の式で表される。 K は、実数であることに留意されたい。

【0033】

【数 1】

$$K = 2 \cos\left(\frac{2\pi f_{IF}}{f_s}\right)$$

遅延手段 20 b は、第二信号を 1 タイミングだけ遅延させて出力する。符号逆転器 20 c は、遅延手段 20 b の出力の符号を反転させる。すなわち、“-1” を乗じる。加算器 20 d は、定数乗算器 20 a の出力と、符号逆転器 20 c の出力とを加算して出力する。加算器 20 d の出力がフィードバック信号である。

【0034】

すなわち、フィードバック信号出力部 20 は、第二信号に所定係数 K を乗じたものから、第二信号を 1 タイミングだけ遅延させたものを減じたフィードバック信号を出力する。ここで、フィードバック信号 $= K \cdot s[n-1] - s[n-2]$ となる。

【0035】

ここで、A/D コンバータ 12 から出力されたデジタル入力信号と、フィードバック信号出力部 20 から出力されたフィードバック信号とを加算したものが第一信号であるので、 $s[n] = x[n] + K \cdot s[n-1] - s[n-2]$ となる。

【0036】

第一レジスタ 22 は、第一信号出力器 16 から第一信号を受けて記録する。第二レジスタ 24 は、第二信号出力器 18 から第二信号を受けて記録する。

【0037】

なお、周波数領域変換部 7 は、第一レジスタ 22 および第二レジスタ 24 から、N タイミング（1 タイミングの N 倍、ただし N は整数）ごとに、第一信号および第二信号を読み出し、入力信号を周波数領域に変換したものを求める。すなわち、検波装置 6 および周波数領域変換部 7 により、入力信号に対して DFT（離散フーリエ変換）が行われる。なお、N は任意に設定できる。第一信号を $s[n]$ 、第二信号を $s[n-1]$ とすれば、周波数領域への変換結果 $y[n] = s[n] - W \cdot s[n-1]$ である。ただし、W は、下記の式の通りである。

【0038】

【数 2】

$$W = -\cos\left(\frac{2\pi f_{IF}}{f_s}\right) + j \sin\left(\frac{2\pi f_{IF}}{f_s}\right)$$

また、検波装置 6 においては、サンプリングを開始してから、周波数領域変換部 7 による DFT 結果の取得までの一定の時間窓内に N 個のサンプル点がサンプリングされることになる。よって、検波装置 6 および周波数領域変換部 7 により行われる DFT においては、0Hz からサンプリング周波数 f_s までを N 分割して周波数変換が行われることになる。このため、サンプル数たる N を大きくすることにより、周波数分解能が上がる。本発明の実施形態においては入力信号の検出帯域幅を規定するものであり、測定時間と必要帯域幅との兼ね合いで決定される。例えば、サンプリング周波数 f_s が 10MHz であり、検出帯域幅に 100kHz が必要であれば、 $N = 100$ ($= 10\text{MHz} \div 100\text{kHz}$) が目安となり、測定時間は $10\mu\text{S}$ ($= 100 \div 10\text{MHz}$) となる。

【0039】

ここで、検波装置 6 および周波数領域変換部 7 により DFT が行われる原理を説明する。検波装置 6 および周波数領域変換部 7 は、Goertzel 法と呼ばれるアルゴ

リズムを使用してDFTを行う。Goertzel法は以下のような計算方式である。

【0040】

サンプリングされた入力信号列を $x[0], x[1], \dots, x[n], \dots, x[N-1]$ と表す。NはDFT計算に使用される時間窓内の入力信号のサンプル数である。この $x[n]$ に対し、以下の漸化式の演算を行う。

【0041】

$$s[n] = x[n] + K \cdot s[n-1] - s[n-2] \quad \dots (1)$$

$$y[n] = s[n] - W \cdot s[n-1] \quad \dots (2)$$

$s[n]$ は計算途中における媒介変数、 $y[n]$ が出力値である。 $s[n]$ の初期値は、 $s[-2] = s[-1] = 0$ である。また、KとWは定数であり、以下のようなものである。ただし、 f_{IF} :入力信号の周波数、 f_s :サンプリング周波数、である。

【0042】

【数3】

$$K = 2 \cos\left(\frac{2\pi f_{IF}}{f_s}\right)$$

$$W = -\cos\left(\frac{2\pi f_{IF}}{f_s}\right) + j \sin\left(\frac{2\pi f_{IF}}{f_s}\right)$$

(1) 式, (2) 式をサンプリング信号の入力からN回繰り返し、最終的な $y[n]$ を取り出すことによってDFT結果が得られる。しかし、(2) 式はフィードフォワード形のフィルタ構成をしており、また必要な情報はN回の演算後の $y[N-1]$ の値である。よって、(2) 式は常に演算を行う必要がなく、N回後の演算の後に1度だけ行えばよい。よって反復計算は(1) 式だけを行えばよいことになる。(2) 式の演算はサンプリング速度に対して $1/N$ の速度で良い。このため、これをコンピュータ内のプログラム上で演算を行う方法を用いても速度的に十分に合うものとなる。もちろん、(2) 式も論理演算回路で実現しても特に問題は起らない。

【0043】

ここで、(1) 式は第一信号出力器16が出力する第一信号に相当する。(2

）式は周波数領域変換部 7 により得られる、入力信号を周波数領域に変換した結果である。よって、図 2 に示すような構成により、DFTを行うことができる。また、（2）式の演算はサンプリング速度に対して $1/N$ の速度で良いため、周波数領域変換部 7 は、第一レジスタ 22 および第二レジスタ 24 から、 N タイミングごとに、第一信号および第二信号を読み出せばよいことになる。

【0044】

次に、本発明の実施形態の動作を図 3 のタイミングチャートおよび図 4 のフローチャートを参照して説明する。

【0045】

まず、検波装置 6 の A/D コンバータ 12 は、被測定物 10 が出力した信号を入力信号として受ける。図 3 (A) は、検波装置 6 の A/D コンバータ 12 が受けた入力信号の、周波数 f_{IF} の信号の包絡線である。図 3 (A) に示すように、入力信号の初めの部分は過渡応答であり、値が不安定である。過渡応答がおさまると、値が安定する。値が安定している部分は定常応答である。このように、過渡応答に引き続いて定常応答が生じる。

【0046】

クロックジェネレータ 14 は、A/D コンバータ 12 への入力信号における過渡応答が終わったことを示すトリガ信号を受け（S10；図 4 参照）、サンプリング周波数 f_s のサンプリングタイミングを発生する。図 3 (B) はトリガ信号を、図 3 (C) はサンプリングタイミングを示す。図 3 (B) より、トリガ信号は、入力信号における過渡応答が終わった時点で発生していることがわかる。図 3 (C) より、サンプリングタイミングは、トリガ信号の発生から少なくとも N 回は発生していることがわかる。なお、サンプリングタイミングの発生は、トリガ信号の発生から N 回目で停止させずともよく、連続して行ってもよい。

【0047】

A/D コンバータ 12 は、クロックジェネレータ 14 からサンプリングタイミングを受け、入力信号をデジタル入力信号に変換して出力する。図 4 を参照して、デジタル入力信号と、フィードバック信号出力部 20 から出力されたフィードバック信号とは、第一信号出力器 16 によって加算され、第一信号が出力される

(S12)。第一信号は、第一レジスタ22に記録される。

【0048】

また、第一信号は、第二信号出力器18に与えられ、1タイミングだけ遅延され、第二信号として出力される(S14)。第二信号は、第二レジスタ24に記録される。ここで、トリガ信号からNタイミング目まで、第一信号および第二信号が出力されたか否かが判別される(S16)。Nタイミング目にまで達していなければ(S16、No)、フィードバック信号出力部20が第二信号に基づき、フィードバック信号を出力する(S18)。そして、第一信号の出力(S12)に戻る。

【0049】

なお、トリガ信号からNタイミング目まで達したか否かは、図示省略したカウンタにより判定される。カウンタは、トリガ信号から1タイミングごとにパルスをカウントするものである。カウンタは、トリガ信号によりクリアされる。

【0050】

トリガ信号からNタイミング目まで、第一信号および第二信号が出力されたならば(S16、Yes)、周波数領域変換部7は、第一レジスタ22および第二レジスタ24から、第一信号および第二信号を読み出し、入力信号を周波数領域に変換したものを求める(S20)。図3(D)は、周波数領域変換部7による第一信号および第二信号の取得タイミングを示す。トリガ信号からNタイミング目まで到達すると、周波数領域変換部7により、第一信号および第二信号の取得が行われることがわかる。

【0051】

そして、さらなるトリガ信号(S10)まで、検波装置6による第一信号および第二信号の生成は行わないようにしてもよい。図3を参照して、入力信号h(図3(A)参照)について第一信号および第二信号の取得が行われてから(図3(D)参照)、入力信号h+1(図3(A)参照)についてトリガ信号が生成される時(図3(B)参照)までの時間Tは、第一信号および第二信号の生成は行わないようにしてもよい。

【0052】

本発明の実施形態によれば、入力信号における、ある特定の周波数点の信号のみを検出するため、他の周波数成分はキャンセルされる。すなわち、フィルタリングと同じ効果をもつ。特に、入力信号に高調波が存在する場合、高調波の周波数点が f_{IF}/f_s の倍数に存在するため、入力信号の目的とする周波数信号と高調波とが完全に直交する関係となり、検波出力に影響をまったく受けない利点を持つ。このように、第一信号および第二信号をフィルタリングするためのフィルタを配置する必要がなくなる。フィルタをハードウェアで実現すべく論理回路により実装すれば演算量が多くなってしまふところ、フィルタが不要なのであるから、演算量が少なくてすみ、検波装置 6 の処理を高速に行うことができる。

【0053】

また、本発明の実施形態によれば、周波数領域変換部 7 が CPU がプログラムを読み出して実行していくことにより実現されており、しかも検波装置 6 がハードウェアで実現されている場合は、周波数領域変換部 7 の処理速度は検波装置 6 の処理速度よりも遅い。しかし、検波装置 6 が第一信号および第二信号を N 回計算する間に、周波数領域変換部 7 は周波数領域への変換を 1 回行えばすむ。よって、検波装置 6 の処理速度よりも、周波数領域変換部 7 の処理速度が低くても問題無い。検波装置 6 の処理速度を、周波数領域変換部 7 の処理速度にあわせて落とす必要も無い。したがって、検波装置 6 の処理を高速に行うことができる。

【0054】

さらに、本発明の実施形態によれば、信号の検出帯域幅は、サンプリング周波数 f_s を N で割った値となる。よって、 N を変更するだけで容易に検出帯域幅を変更することができる。

【0055】

しかも、本発明の実施形態によれば、検波装置 6 による第一信号および第二信号の生成は、最初のトリガ信号から N タイミング目までの間だけ行えばよい。すなわち、一種のフレーム処理である。そこで、それ以外の時間（例えば、時間 T （図 3 参照））は、第一信号および第二信号の生成を行わなくてよい。よって、例えば時間 T の内に、周波数領域変換部 7 における N の設定や、定数乗算器 20a における所定の係数 K の設定を行える。

【0056】

また、本発明の実施形態によれば、検波装置 6 による第一信号および第二信号の生成は、一種のフレーム処理であるため、入力信号 h に対する測定結果が、入力信号 $h+1$ に対する測定結果に影響を及ぼすといったようなことがない。すなわち、以前の測定結果が次の測定に対して影響を与えることがなくなる。これにより、従来のように検波器の内のフィルタ応答等の検討の必要がなくなる。

【0057】

なお、従来の直交検波方式では、被測定信号と参照信号との乗算が必要であり、低周波成分の他に不要な信号が発生する。しかし、本発明の実施形態によれば DFT（離散フーリエ変換）を行うので不要な信号が発生せず、より特性のよい検波器出力（第一信号および第二信号）が得られる。

【0058】

さらに、従来の直交検波方式では参照信号として正弦波の信号を用いるが、本発明の実施形態の検波装置 6 によれば正弦波の信号を特に使用しないため、大きなサインテーブルを持つ必要が無く、検波装置 6 の処理を高速に行うことができる。

【0059】

また、上記の実施形態において、検波装置 6 をハードウェア（論理回路）で実現することを念頭において説明を行ってきた。しかし、CPU、ハードディスク、メディア（フロッピーディスク、CD-ROM など）読み取り装置を備えたコンピュータのメディア読み取り装置に、検波装置 6 の各部分（例えば、第一信号出力器 16、第二信号出力器 18、フィードバック信号出力部 20 など）を実現するプログラムを記録したメディアを読み取らせて、ハードディスクにインストールする。このような方法でも、検波装置 6 を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施形態にかかる検波装置 6 を利用したネットワークアナライザ 1 の構成を示すブロック図である。

【図 2】

本発明の実施形態にかかる検波装置 6 の構成を示すブロック図である。

【図 3】

信号のタイミングチャートであり、入力信号の周波数 f_{IF} の信号の包絡線（図 3 (A)）、トリガ信号（図 3 (B)）、サンプリングタイミング（図 3 (C)）、周波数領域変換部 7 による第一信号および第二信号の取得タイミング（図 3 (D)）を示す。

【図 4】

本発明の実施形態の動作を示すフローチャートである。

【図 5】

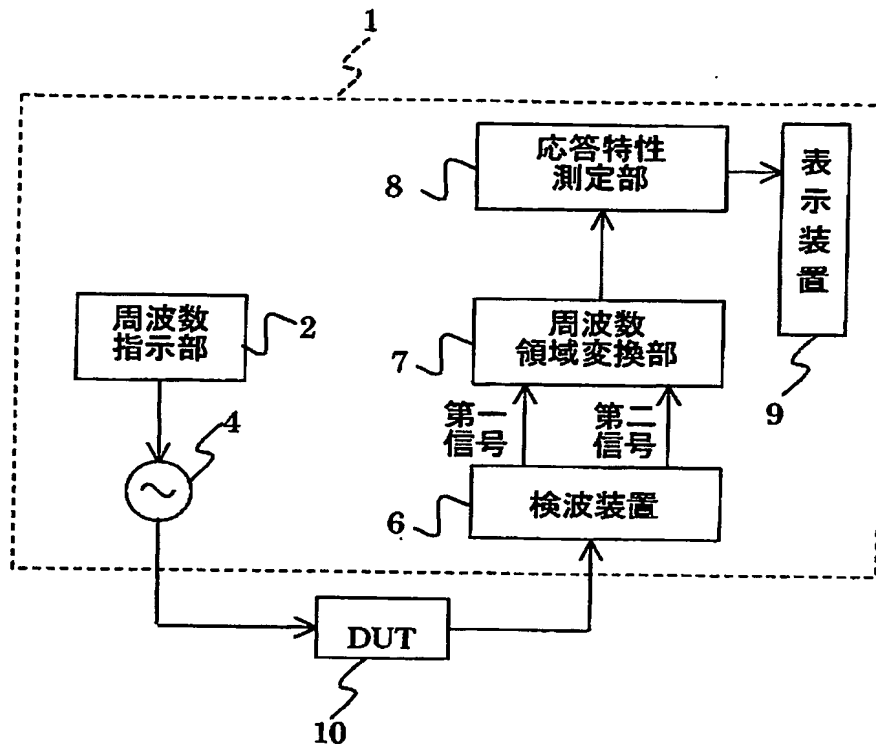
従来技術の直交検波器を示す図である。

【符号の説明】

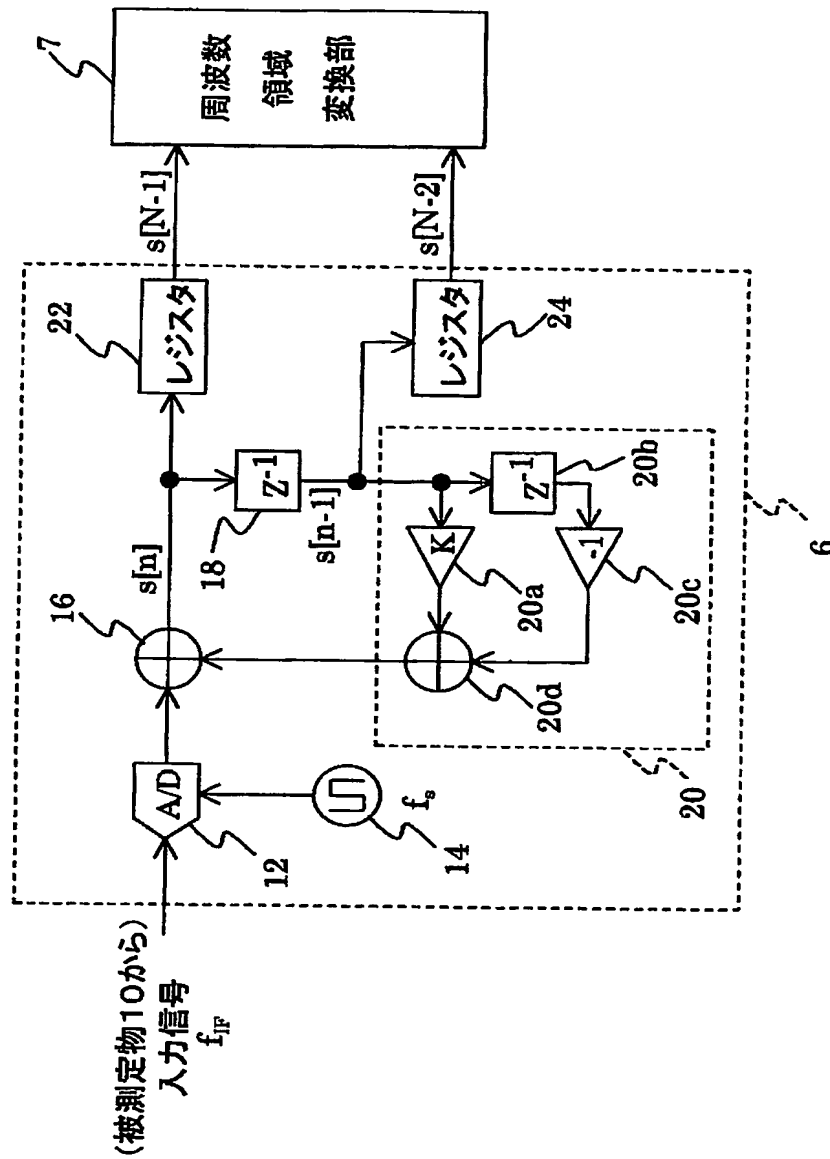
- 6 検波装置
- 7 周波数領域変換部
- 12 A/Dコンバータ
- 14 クロックジェネレータ
- 16 第一信号出力器
- 18 第二信号出力器
- 20 フィードバック信号出力部
- 22 第一レジスタ
- 24 第二レジスタ

【書類名】 図面

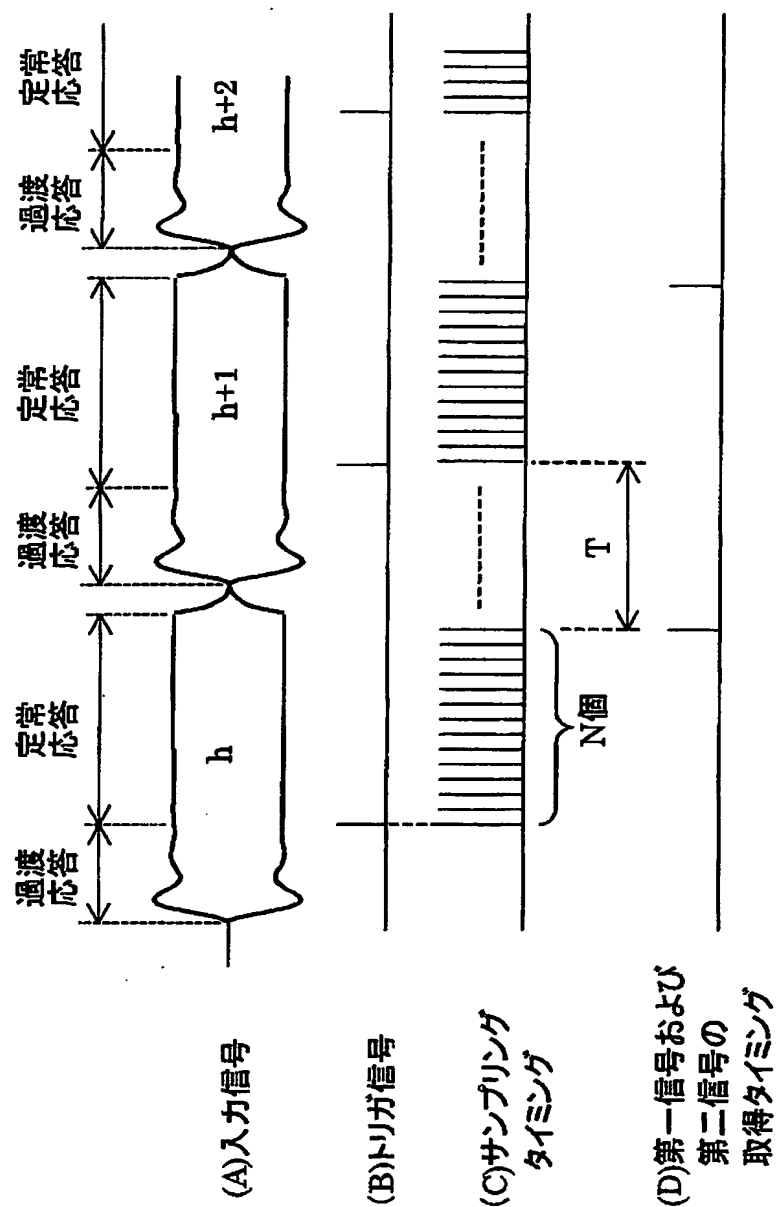
【図 1】



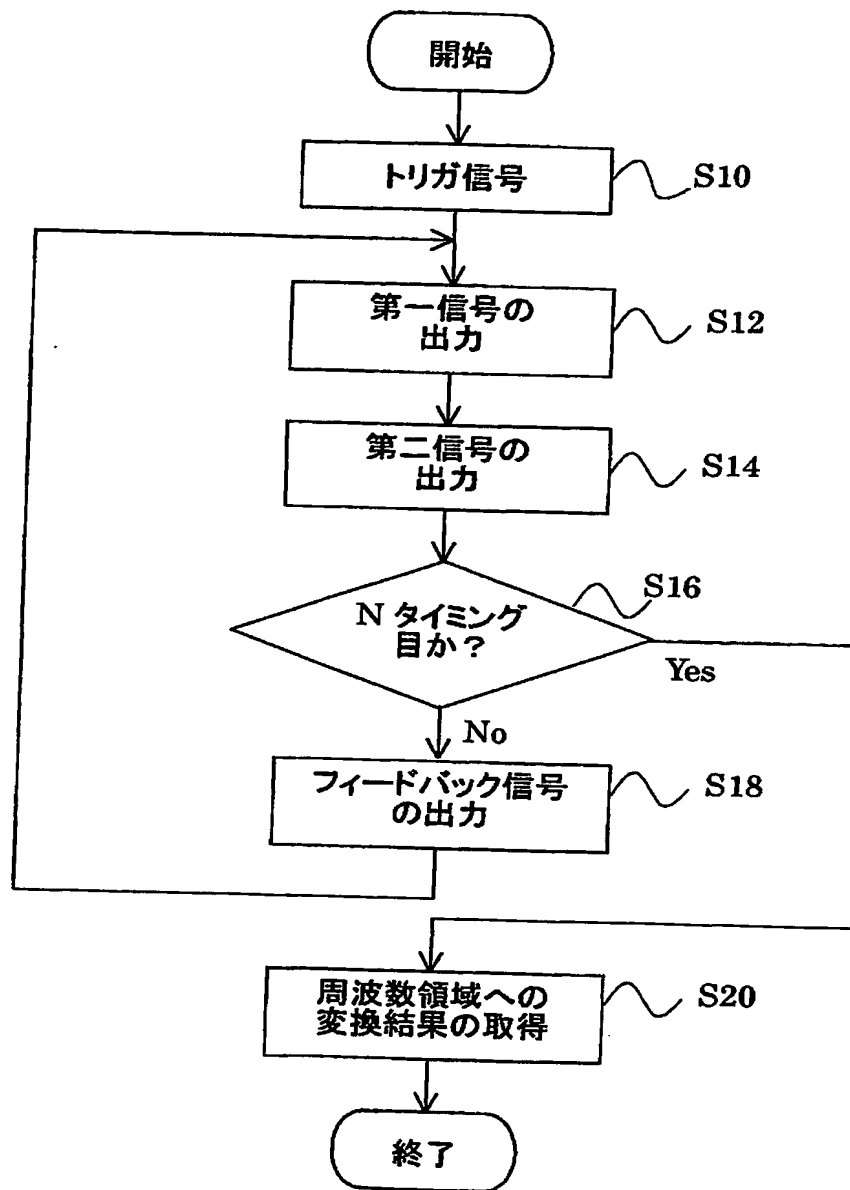
【図 2】



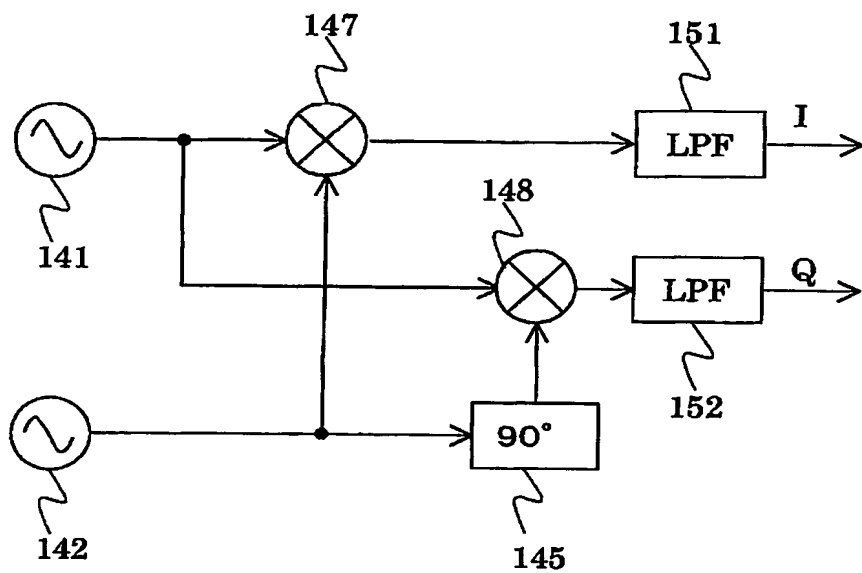
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 受信信号の検波を高速に行う。

【解決手段】 A/D変換されたデジタル入力信号とフィードバック信号出力部 20 の出力とを加えた第一信号 $s[n]$ を出力する第一信号出力器 16 と、第一信号 $s[n]$ を 1 サンプリングタイミングだけ遅延させた第二信号 $s[n-1]$ を出力する第二信号出力器 18 と、第二信号 $s[n-1]$ に所定の演算を施すフィードバック信号出力部 20 を備え、 $n=N-1$ のときの、第一信号 $s[N-1]$ 、第二信号 $s[N-2]$ をレジスタ 22、24 から周波数領域変換部 7 が読み出して、所定の演算を施すことで、入力信号を DFT したものが求められる。検波装置 6 の構成が簡易であるため、検波装置 6 の入力信号たる受信信号の検波を高速に行うことができる。

【選択図】 図 2

特願 2003-076466

ページ: 1/E

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[390005175]

1. 変更年月日
[変更理由]

1990年10月15日

新規登録

住 所
氏 名

東京都練馬区旭町1丁目32番1号
株式会社アドバンテスト